

13 JUL 2005

10/

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

*542321

(19) 世界知的所有權機關
國際事務局



(43) 國際公開日
2004 年 11 月 18 日 (18.11.2004)

PCT

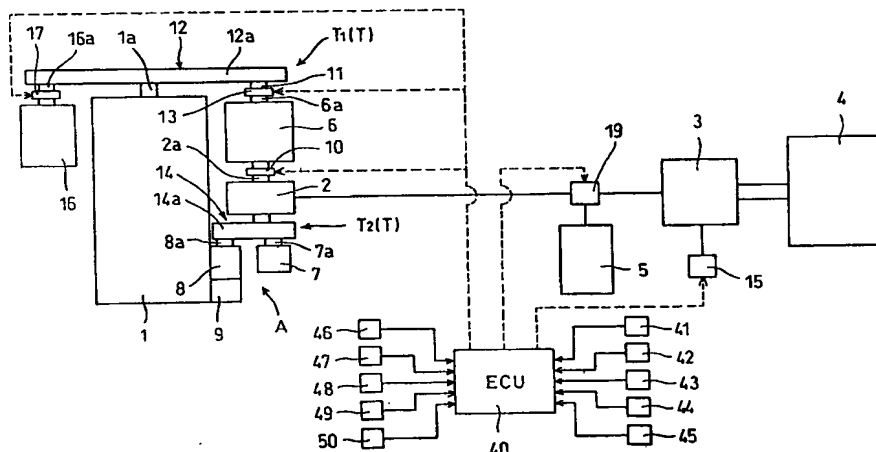
(10) 国際公開番号
WO 2004/099599 A1

- | | | |
|---|------------------------------|---|
| (51) 国際特許分類 ⁷⁾ :
F01K 23/10, F02B 67/08 | F02G 5/02, 1/06, | 〒1078556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP). |
| (21) 国際出願番号: | PCT/JP2004/005861 | (72) 発明者; および |
| (22) 国際出願日: | 2004 年4 月23 日 (23.04.2004) | (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森 正芳 (MORI, Masayoshi) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). |
| (25) 国際出願の言語: | 日本語 | (74) 代理人: 江原 望, 外(EHARA, Nozomu et al.); 〒1010046 東京都千代田区神田多町2丁目4番地 第二滝ビル 江原特許事務所 Tokyo (JP). |
| (26) 国際公開の言語: | 日本語 | |
| (30) 優先権データ: | 特願2003-131787 | (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, |
| (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; | 2003 年5 月9 日 (09.05.2003) JP | |

[続葉有]

(54) Title: POWER DEVICE EQUIPPED WITH COMBUSTION ENGINE AND STIRLING ENGINE

(54) 発明の名称: 燃焼機関およびスターリング機関を備える動力装置



(S7) Abstract: A power device used in vehicles including automobiles has an internal combustion engine (1) serving as a prime mover for a vehicle and a Stirling engine (4) for driving a power generator (3). A higher temperature heat source for the Stirling engine (4) is the heat of exhaust gas from the internal combustion engine (1), and electric power generated by the power generator (3) is supplied to an electric motor (2) driving auxiliary machines (6-9) and to a battery (5) capable of supplying power to the electric motor (2). The rpm of the Stirling engine (4) is controlled by a field regulator (15) controlling the load on the power generator (3), so that the rpm is set at an optimum value which yields the maximum shaft output or substantially maximum shaft output of the Stirling engine (4). This ensures that even when the fuel consumption of the combustion engine serving as a prime mover discharging waste heat which serves as a higher temperature heat source for the Stirling engine is reduced to reduce the shaft output of the Stirling engine, it is driven to the extent that the auxiliary machines exert sufficient performance.

(57) 要約:自動車等の車両に用いられる動力装置は、車両の原動機としての内燃機関1と、発電機3を駆動するスターリング機関4とを備える。スターリング機関4の高温熱源は内燃機関1の排気ガスの熱であり、発電機3で発生した電力は、補機6～9を駆動する電動機2および電動機2に給電可能なバッテリー5に供給される。スターリング機関4の機関回転速度は、発電機3の負荷を制御する界磁調整器15により制

〔統葉有〕

WO 2004/099599 A1



LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

御されて、スターリング機関4の最大軸出力またはほぼ最大軸出力が得られる最適回転速度に設定される。これにより、スターリング機関の高温熱源となる廃熱を放出する原動機としての燃焼機関の燃料消費量が減少し、スターリング機関の軸出力が小さいときにも補機が十分な機能を発揮できる程度に駆動される。

明 細 書

燃焼機関およびスターリング機関を備える動力装置

技 術 分 野

本発明は、動力源としての燃焼機関と、該燃焼機関の廃熱を加熱源とするスターリング機関と、補機とを備える動力装置に関し、さらに詳細には、スターリング機関により駆動される発電機で発生した電力が、補機の駆動に利用される動力装置に関する。

背 景 技 術

従来、発電機を駆動するスターリング機関として、特開昭64-75865号公報および特開2002-266701号公報に開示されたものが知られている。特開昭64-75865号公報に記載のスターリング熱機関は、ヒートポンプの冷媒圧縮機を駆動すると共に、さらに発電機も駆動する。発電機は、空調負荷や外気条件が変化してスターリング熱機関の回転数が変化したときに、界磁調節器によりその界磁が調整されて、スターリング熱機関の回転数を制御する。これにより、ヒートポンプ負荷の増減が電気負荷により補われて、スターリング熱機関の負荷が一定に保たれる。

また、特開2002-266701号公報に記載のスターリングエンジンは、自動車の動力源である内燃機関の排気系に設けられる排気浄化用の触媒コンバータの反応熱を熱源とする。そして、スターリングエンジンから取り出された機械的エネルギーは、発電機その他の自動車用補機を駆動するために利用される。

ところで、特開昭64-75865号公報に記載のスターリング熱機関では、作動ガスの加熱源は、スターリング熱機関に設けられた燃焼器で発生する燃焼ガスの熱であるが、スターリング熱機関が発生する軸出力を利用して、燃焼ガスを発生する燃焼器の燃料消費量を減少させることは考慮されていない。一方、特開2002-266701号公報に記載のスターリングエンジンでは、触媒コンバ

ータが加熱器として利用されており、触媒コンバータは内燃機関の排気ガスの熱および反応熱により加熱される。そして、自動車用補機は、スターリングエンジンが発生する軸出力により駆動されて、内燃機関により駆動されないで、その分、内燃機関の燃料消費量を減少させることができ、走行燃費が改善される。しかしながら、排気ガスの温度が低くて、触媒コンバータが活性状態になるまで加熱されていない場合などで、スターリングエンジンの軸出力が小さいときには、補機がその機能を十分に果たす状態で駆動されないことがある。

また、特開昭64-75865号公報に記載のスターリング熱機関では、発電機の負荷調整によるスターリング熱機関の回転数制御は、冷媒圧縮機を駆動するスターリング熱機関の負荷を一定に保つために、しかもスターリング熱機関の熱効率が最大となるように行われる。しかしながら、熱効率が最大となる回転数は、軸出力が最大となる回転数とは一致せず、通常、熱効率が最大となるときの回転数での軸出力は、最大軸出力よりも小さい。そのため、発電機の発電能力を高い状態に保つことができず、十分な発電量が得られなかった。

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、その主目的は、スターリング機関の高温熱源となる廃熱を放出する原動機としての燃焼機関の燃料消費量の減少を図ると共に、スターリング機関の軸出力が小さいときにも補機が十分な機能を発揮できる程度に駆動されることを確保することにある。また、本発明の他の目的は、廃熱の熱エネルギーを最大限に回収すると共に、燃焼機関の燃料消費量を一層減少させること、および発電機の電力およびバッテリーの電力が補機を駆動するには十分でない場合にも、補機を確実に駆動することにある。

発 明 の 開 示

上記主目的を達成するために、本発明は、駆動対象の原動機としての燃焼機関と、燃焼機関の補機と、電動機と、発電機と、発電機を駆動すべく作動ガスにより作動するスターリング機関とを備える動力装置において、前記スターリング機関は、前記燃焼機関の廃熱を用いて前記作動ガスを加熱する加熱器を有し、前記電動機に給電可能にバッテリーが接続され、前記発電機は、それにより発生され

る電力を、前記電動機およびバッテリーに供給するように、該電動機およびバッテリーに接続され、前記補機は前記電動機により駆動されうるように該電動機に連結されていることを特徴とする動力装置が提供される。

これによれば、燃焼機関の廃熱の熱エネルギーが十分に大きくて、スターリング機関により駆動される発電機で補機を駆動するのに十分な電力が得られるときには、補機は、電動機により駆動されて、燃焼機関により駆動される必要がないので、その分、駆動対象の原動機としての燃焼機関の燃料消費量が減少する。また、廃熱の熱エネルギーが小さいために、スターリング機関の軸出力が小さくて、発電機により補機を駆動するのに十分な電力が得られないときには、発電機の電力により充電されたバッテリーからの電力により補機を十分な機能を発揮できる程度駆動することができる。

本発明では、前記スターリング機関の機関回転速度を、前記スターリング機関の最大軸出力またはほぼ最大軸出力が得られる最適回転速度に設定する回転速度制御手段を設けることができる。

これによれば、廃熱の熱エネルギー状態に応じて、スターリング機関の軸出力特性が変化する場合にも、スターリング機関の機関回転速度は、軸出力特性において最大軸出力が得られる最適回転速度に設定されるので、発電機は最大軸出力またはほぼ最大軸出力で駆動されて、発電機から最大またはほぼ最大の電力が得られる。

この結果、次の効果が奏される。すなわち、発電機は最大軸出力またはほぼ最大軸出力で駆動され、発電機から最大またはほぼ最大の電力が得られるので、廃熱の熱エネルギー回収が最大限行われると共に、十分な発電量により補機が電動機で駆動される頻度が高められるので、燃焼機関の燃料消費量を一層減少させることができる。

好適には、前記補機は、複数の補機からなる補機群であって、前記補機群は、クラッチを有する伝動機構を介して前記燃焼機関に連結され、前記クラッチの接続および非接続によって前記複数の補機を前記燃焼機関および前記電動機により選択的に駆動するとともに、前記電動機により駆動される前記補機の数を変更す

る制御システムが設けられる。

このようにすることによって、補機群を構成する所定数の補機のうち、発電機の発電量が全ての補機を電動機で駆動するには十分でないときにも、発電機で得られる電力に応じて、電動機により駆動される補機の数を変更することで、電動機により補機が駆動されるので、その分、燃焼機関の燃料消費量が減少する。また、廃熱の熱エネルギーが小さいために、スターリング機関の軸出力が小さくて発電機から十分な電力が得られず、しかもバッテリーの電力も補機を駆動するには十分でないときには、燃焼機関により補機が駆動される。

この結果、次の効果が奏される。すなわち、動力装置の補機が複数個ある場合に、発電機での発電量に応じて可能な限り電動機で補機が駆動されるので、燃焼機関の燃料消費量を減少させることができる。また、発電機およびバッテリーから得られる電力が補機を駆動するには十分でない場合にも、燃焼機関により補機が確実に駆動される。

前記燃焼機関は第1のクラッチを介して前記補機のうちの1つの補機に駆動連結され、該1つの補機は第2のクラッチを介して前記電動機に駆動連結され、前記電動機は前記補機のうちの他の補機に駆動連結されるようにでき、また、動力装置の運転状態に応じて前記第1および第2のクラッチの接続および非接続を行う制御システムを設けることができる。これにより、複数の補機を前記燃焼機関および前記電動機により選択的に駆動することが確実になされる。

より具体的には、前記制御システムは、燃焼機関が低負荷運転領域にあって、前記電動機に十分な電力が供給されていない状態が検出されたときに、前記第1および第2のクラッチを接続してすべての補機を前記燃焼機関に連結するように作動する。これにより、すべての補機が前記燃焼機関により駆動される。

また、前記制御システムは、燃焼機関が中負荷運転領域にあって、前記電動機に前記他の補機のみを駆動できる程度の電力が供給されている状態が検出されたときに、前記第2のクラッチを非接続として前記他の補機を前記電動機に連結するように作動する。これにより、前記他の補機は電動機により駆動される。

また、前記制御システムは、燃焼機関が高負荷運転領域にあって、前記電動機

にすべての補機を駆動できる電力が供給されている状態が検出されたときに、前記第1および第2のクラッチを非接続としてすべての補機を前記電動機のみに連結するように作動する。これにより、すべての補機は電動機により駆動される。

図面の簡単な説明

図1は本発明の実施例を示し、内燃機関およびスターリング機関を備える動力装置の構成を説明するための模式図である。

図2は、図1のスターリング機関の縦断面図である。

図3は、図2のスターリング機関の平面図である。

図4は、図2のスターリング機関の軸出力特性を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例を図1ないし図4を参照して説明する。

図1を参照すると、本発明が適用された動力装置は、燃焼機関としての水冷式の多気筒内燃機関1と、複数である所定数の補機と、電動機2と、発電機3と、発電機3を駆動するスターリング機関4と、バッテリー5と、制御装置（以下、「ECU」という。）40を有する制御システムとを備える。そして、前記動力装置は車両に搭載され、内燃機関1は、駆動対象である前記車両を駆動する原動機を構成する。

内燃機関1は、各シリンダ内に往復動可能に嵌合されたピストンと、該ピストンにより回転駆動されるクランク軸1aとを備える。ピストンは、燃料供給装置である燃料噴射弁から供給された燃料が、スロットル弁を有する吸気装置を経て燃焼室に吸入された吸入空気により燃焼して発生する燃焼ガスの圧力で駆動される。クランク軸1aの動力は、変速機を含む動力伝達装置を介して前記車両の駆動輪に伝達されて、前記車両が駆動される。

前記燃焼室から排出された燃焼ガスは、排気ガスとして、排気浄化装置である触媒装置を有する排気装置に導かれ、該触媒装置により無害化された後に、スターリング機関4の加熱器27₁、27₂（図2）に供給されて、加熱器27₁、27₂か

ら流出した後、大気中に放出される。

補機群Aを構成する前記所定数の補機は、空気調和機用のコンプレッサ6、パワーステアリング用のパワステポンプ7、内燃機関1を冷却する冷却回路に設けられて冷却水を循環させるウォータポンプ8、および内燃機関1の潤滑箇所に潤滑油を供給するオイルポンプ9の4つの補機である。また、発電機3による発電が不可能となるような非常時に、必要最小限の電力を発生する補助発電機16が設けられる。

補機群Aは、クラッチ10、13を有する伝動機構Tを介して、出力軸としてのクランク軸1aに駆動関係をもって連結され、コンプレッサ6、3つのポンプ7～9および補助発電機16は、それぞれ内燃機関1により回転駆動され得る。伝動機構Tは、クランク軸1aとコンプレッサ6の回転軸6aと補助発電機16の回転軸16aとを駆動関係をもって連結する第1伝動機構 T_1 と、電動機2の回転軸2aとパワステポンプ7の回転軸7a、ウォータポンプ8の回転軸8aおよびオイルポンプ9の回転軸とを駆動連結する第2伝動機構 T_2 と、電動機2の回転軸2aとコンプレッサ6の回転軸6aとの間に設けられた電磁クラッチからなる前記クラッチ10とから構成される。

第1伝動機構 T_1 は、クランク軸1aと回転軸6aと回転軸16aとを駆動連結すべくクランク軸1aと被動軸11と回転軸16aとの間に掛け渡された伝動ベルト12aを含む伝達機構12と、クランク軸1aから伝達機構12を経て回転軸6aに至る動力伝達系路中に、ここでは被動軸11と回転軸6aとの間に設けられる電磁クラッチからなる前記クラッチ13とを備える。また、第2伝動機構 T_2 は、回転軸2aと回転軸7a、回転軸8aおよびオイルポンプ9の回転軸とを駆動連結すべく回転軸2aと回転軸7aと回転軸8aとに掛け渡された伝動ベルト14aを含む伝達機構14を備える。ここで、ウォータポンプ8およびオイルポンプ9は、共通の回転軸を有するが、別体の回転軸が同軸に結合された回転軸を有するものであってもよい。また、補助発電機16による発電が不要な場合に、クランク軸1aによる補助発電機16の回転駆動を停止するため、ECU40によりその接続状態が制御される電磁クラッチからなるクラッチ17が回転軸16aに設けられる。

電動機 2 は、発電機 3 およびバッテリー 5 から供給される電力により駆動されて、コンプレッサ 6 および各ポンプ 7～9 を回転駆動可能である。さらに、電動機 2 は、例えば内燃機関 1 がアイドルストップ状態から運転状態への復帰時に、バッテリー 5 からの給電により、コンプレッサ 6 および第 1 伝動機構 T_1 を介してクランク軸 1a を回転駆動して、内燃機関 1 を再始動させることができる。

両クラッチ 10, 13 は、前記アイドルストップ状態を含む内燃機関 1 の運転状態、発電機 3 の発電量およびバッテリー 5 の充電状態に応じて、動力を伝達する接続状態および動力の伝達を遮断する非接続状態となるように、ECU 40 により制御される。そして、これらクラッチ 10, 13 の接続状態および非接続状態に応じて、コンプレッサ 6 および各ポンプ 7～9 が、内燃機関 1 および電動機 2 により択一的に駆動されると共に、電動機 2 により駆動される前記補機の数が変更される。

具体的には、両クラッチ 10, 13 が接続状態のとき、補機群 A は、補機群 A の全ての補機であるコンプレッサ 6 および各ポンプ 7～9 がクランク軸 1a により駆動される第 1 駆動形態をとる。このとき、電動機 2 は駆動力を発生することなく、単に回転するだけである。また、クラッチ 13 が接続状態で、クラッチ 10 が非接続状態のとき、補機群 A は、補機群 A のうちコンプレッサ 6 のみがクランク軸 1a により駆動され、各ポンプ 7～9 が電動機 2 により駆動される第 2 駆動形態をとる。さらに、クラッチ 13 が非接続状態で、クラッチ 10 が接続状態のとき、補機群 A は、補機群 A の全ての補機であるコンプレッサ 6 および各ポンプ 7～9 が電動機 2 により駆動される第 3 駆動形態をとる。

そして、前記車両の走行および内燃機関 1 の運転に必須の補機である各ポンプ 7～9 は、第 2 伝動機構 T_2 により互いに常時連動して駆動および停止されるようにされて、発電機 3 での発電量が比較的少ない場合にも、補機群 A のうちこれらポンプ 7～9 のみが電動機 2 により駆動されるように構成される。

また、コンプレッサ 6 は、補機群 A のうちで負荷が最も大きく、しかもその使用頻度が各ポンプ 7～9 に比べて低い補機であることから、3 つのポンプ 7～9 から独立して内燃機関 1 により駆動され得るように構成されている。

図 2 を参照すると、スターリング機関 4 は、2 つのスターリング機関である第

1 機関 20_1 および第 2 機関 20_2 を組み合わせた 2 段式スターリング機関であり、2 つのシリンダ 21_1 , 21_2 と、両シリンダ 21_1 , 21_2 と一体化されてクランク軸 26 が收容されるクランク室 23 を形成するクランクケース 22 と、各シリンダ 21_1 , 21_2 内に同軸に配置されて往復動可能に嵌合されたディスプレイサピストン 24_1 , 24_2 およびパワーピストン 25_1 , 25_2 と、ディスプレイサピストン 24_1 , 24_2 およびパワーピストン 25_1 , 25_2 に連結されて、パワーピストン 25_1 , 25_2 により回転駆動されるクランク軸 26 と、各機関 20_1 , 20_2 に属する前記加熱器 27_1 , 27_2 、再生器 28_1 , 28_2 および冷却器 29_1 , 29_2 とを備える。

各機関 20_1 , 20_2 において、シリンダ 21_1 , 21_2 内で、シリンダ 21_1 , 21_2 とディスプレイサピストン 24_1 , 24_2 との間に形成される可変容積空間である高温空間 30_1 , 30_2 と、ディスプレイサピストン 24_1 , 24_2 とパワーピストン 25_1 , 25_2 との間に形成される可変容積空間である低温空間 31_1 , 31_2 とが設けられ、高温空間 30_1 , 30_2 と低温空間 31_1 , 31_2 とは、加熱器 27_1 , 27_2 、再生器 28_1 , 28_2 および冷却器 29_1 , 29_2 にそれぞれ形成される流路を介して常時連通状態にある。そして、高温空間 30_1 , 30_2 、低温空間 31_1 , 31_2 および前記流路には、作動ガスとしての高圧のヘリウムガスが封入されている。

また、充填ガスである高圧のヘリウムガスが封入されているクランク室 23 内において、ディスプレイサピストン 24_1 , 24_2 およびパワーピストン 25_1 , 25_2 が、それぞれ往復運動および回転運動の相互の運動変換機構、例えばスコッチヨーク機構を介してクランク軸 26 に連結される。これら運動変換機構により、パワーピストン 25_1 , 25_2 の、シリンダ軸線に平行な往復運動が、クランク軸 26 の回転運動に変換され、クランク軸 26 の回転運動が、ディスプレイサピストン 24_1 , 24_2 の、シリンダ軸線に平行な往復運動に変換される。

図 3 を併せて参照すると、高温熱源である内燃機関 1 の廃熱により作動ガスを加熱する加熱器 27_1 , 27_2 には、内燃機関 1 の前記排気装置からの排気ガスが供給管 32 を通じて供給される。この実施例では、排気ガスは、供給管 32 を流通して第 1 機関 20_1 の加熱器 27_1 に流入した後、加熱器 27_1 から第 2 機関 20_2 の加熱器 27_2 に流入し、排出管 33 を経て大気中に放出される。そして、各加熱器 27_1 , 27_2

において、高温空間 30_1 、 30_2 と再生器 28_1 、 28_2 とを連通させる前記流路を形成する加熱器 27_1 、 27_2 が加熱流体としての排気ガスにより加熱されて、作動ガスが加熱される。

一方、低温熱源により作動ガスを冷却する両冷却器 29_1 、 29_2 には、内燃機関1を冷却する前記冷却回路に設けられたラジエータで放熱して低温となった冷却水が、ウォータポンプ8の吐出側から供給管34を通じて供給され、排出管35を経てラジエータに向かって流出する。そして、各冷却器 29_1 、 29_2 において、低温空間 31_1 、 31_2 と再生器 28_1 、 28_2 とを連通させる前記流路を形成する冷却器 29_1 、 29_2 が冷却流体としての冷却水により冷却されて、作動ガスが冷却される。

第1、第2機関 20_1 、 20_2 において、ディスプレイサピストン 24_1 、 24_2 は、パワーピストン 25_1 、 25_2 に対してほぼ 90° 進んだ位相で往復運動し、また両ディスプレイサピストン 24_1 、 24_2 の間には 180° の位相差が設定されている。これにより、各機関 20_1 、 20_2 において、ディスプレイサピストン 24_1 、 24_2 およびパワーピストン 25_1 、 25_2 による高温空間 30_1 、 30_2 および低温空間 31_1 、 31_2 の容積変化に応じて、作動ガスが、加熱器 27_1 、 27_2 、再生器 28_1 、 28_2 および冷却器 29_1 、 29_2 を通過して高温空間 30_1 、 30_2 と低温空間 31_1 、 31_2 との間で流動する。そして、高温空間 30_1 、 30_2 の容積が大きくなるとき、両空間 30_1 、 31_1 ； 30_2 、 31_2 内での作動ガスの圧力が増加し、この高圧となった作動ガスの圧力によりパワーピストン 25_1 、 25_2 が駆動されて、クランク軸26が回転駆動される。

図2を参照すると、クランク室23内には、出力軸としてのクランク軸26により回転駆動される発電機3が収容される。クランク軸26は、分割された第1機関 20_1 側のクランク軸部分 26_1 および第2機関 20_2 側のクランク軸部分 26_2 から構成され、両クランク軸部分 26_1 、 26_2 の間に発電機3が配置される。そして、発電機3の回転軸3aが、その両端でそれぞれ両クランク軸部分 26_1 、 26_2 に連結されることにより、両クランク軸部分 26_1 、 26_2 が発電機3を介して駆動連結される。

図 1 を参照すると、発電機 3 で発生した電力は、電動機 2 を駆動するための電力およびバッテリー 5 を充電するための電力として使用される。バッテリー 5 は、内燃機関 1 および前記車両の全ての電装品、例えばヘッドライトやブレーキランプなどのライト装置、オーディオビジュアル装置、ナビゲーション装置などの表示装置、通信装置に給電可能である。そして、電圧調整器やインバータなどを備える制御器 19 は、E C U 40 により制御されて、発電機 3 で発生した電力の電動機 2 への供給、発電機 3 で発生した電力によるバッテリー 5 への充電、およびバッテリー 5 から電動機 2 および前記電装品への給電を制御する。

また、発電機 3 には、発電機 3 の負荷を制御する負荷制御手段としての界磁調整器 15 が設けられており、この界磁調整器 15 により界磁電流が調整されて発電機 3 の負荷が制御される。

ところで、スターリング機関 4 の軸出力特性は、内燃機関 1 の運転状態に応じて変化し、実質的に、冷却水の温度変化に比べて大幅に変化する排気ガスの熱エネルギーに支配される。また、排気ガスの特定の熱エネルギー状態に対応するスターリング機関 4 の運転状態での軸出力特性において、最大軸出力が得られるスターリング機関 4 の機関回転速度は、その運転状態に対応する軸出力特性が異なるとき、異なった値になる。そこで、排気ガスの熱エネルギーを最大限回収する観点からは、軸出力特性が変化する場合にも、その軸出力特性における最大軸出力で発電機 3 を駆動し、発電機 3 の発電量を最大にすることが好ましい。

そこで、E C U 40 は、内燃機関 1 の運転状態、特にスターリング機関 4 に供給される排気ガスの熱エネルギー状態に基づいて、スターリング機関 4 の機関回転速度を、最大軸出力が得られる最適回転速度に設定する。そのために、E C U 40 は、界磁調整器 15 を制御することにより発電機 3 の負荷を制御し、これによって機関回転速度を制御する。それゆえ、界磁調整器 15 は回転速度制御手段でもある。

以下、図 1、図 4 を参照して、E C U 40 によるスターリング機関 4 の出力制御およびクラッチ 10、13 の制御を中心に説明する。

図 1 を参照すると、前記制御システムは、中央演算処理装置（以下、「CPU」という。）を有する E C U 40 のほかに、スターリング機関 4 の機関回転速度 N

をクランク軸26の回転に基づいて検出する回転速度センサ41、発電機3の発電量を検出する発電量センサ42、バッテリー5の電圧を検出する電圧センサ43、加熱器27₁（図3参照）の入口での排気ガスの温度を検出する温度センサ44、冷却器29₁，29₂（図3参照）の入口での冷却水の温度を検出する温度センサ45、および内燃機関1の運転状態センサを備える。

前記内燃機関1の運転状態センサは、内燃機関1の機関回転速度を検出する回転速度センサ46、前記吸気装置での吸入空気量を検出するエアフローセンサ47、スロットル弁の開度により内燃機関1の負荷を検出する負荷センサ48、内燃機関1の機関温度を検出する機関温度センサ49、大気温度を検出する大気温度センサ50などから構成される。

また、ECU40のメモリには、界磁調整器15、クラッチ10，13、制御器19、前記燃料噴射弁などを制御するための制御プログラムや各種マップが記憶されている。そして、ECU40には、前記各種センサ41～50から検出された信号が入力され、それら信号に基づいてCPUにより演算および処理が行われ、界磁調整器15、クラッチ10，13、制御器14、前記燃料噴射弁などを制御する信号を出力する。

ここで、スターリング機関4の軸出力特性を示す図4を参照する。曲線C1～C5は、内燃機関1が定常状態で運転されて、かつ前記車両が車速V1～V5でそれぞれ定速走行しているときのスターリング機関4の軸出力特性を示している。ここで、車速は、V1，V2，V3，V4，V5の順で大きくなっている。

また、車速が増加するにつれて、内燃機関1の負荷が大きくなるため、第1機関20₁の加熱器27₁の入口での排気ガスの入口温度が高くなり、加熱器27₁の入口での排気ガスの質量流量が大きくなって、排気ガスの熱エネルギーが増加する。なお、図4の軸出力特性は、冷却器29₁，29₂に供給される冷却水の温度が各車速で同じとした場合のものである。

このことから、加熱器27₁，27₂に供給される排気ガスの熱エネルギーが増加するにつれて、同じ機関回転速度Nで得られる軸出力Lおよび各軸出力特性における最大軸出力は増加すると共に、最大軸出力が得られる最適回転速度No₁～No₅も増加することが判る。また、内燃機関1の暖機後においては、内燃機関1を冷

却して昇温した冷却水は前記ラジエータで放熱することから、ウォーターポンプ 8 から各冷却器 29₁ , 29₂ に供給される冷却水の温度はほぼ一定に保たれる。

そこで、前記動力装置では、E C U 40により、最大軸出力またはほぼ最大軸出力が得られる機関回転速度 N である最適回転速度が、次のようにして設定される。

まず、第 1 機関 20₁ の加熱器 27₁ の入口における排気ガスの熱エネルギー状態を示す状態量として、前記入口温度および前記質量流量が求められる。前記入口温度は、排気ガスの温度を検出する温度検出手段または排気ガスの温度を算出する温度算出手段により得られる。一方、前記質量流量は質量流量算出手段により算出される。そして、前記温度検出手段または前記温度算出手段と、前記質量流量算出手段とにより、排気ガスの熱エネルギー状態を算出する熱エネルギー算出手段が構成される。

ここで、前記温度検出手段は、排気ガスの温度を検出する温度センサ 44 により構成される。また、前記温度算出手段は、吸入空気量、前記燃料噴射弁からの燃料供給量および内燃機関 1 の機関回転速度をパラメータとして排気ガスの温度が設定された温度マップから、エアフローセンサ 47 により検出された吸入空気量および E C U 40 により算出された前記燃料供給量に基づいて排気ガスの温度を検索し、得られた温度を大気温度センサ 50 で検出された大気温度などで補正する E C U 40 での演算および処理により構成される。さらに、前記質量流量算出手段は、例えば、エアフローセンサ 47 により検出された吸入空気量に前記燃料供給量を加算する E C U 40 での演算および処理により構成される。

次いで、前記入口温度および前記質量流量をパラメータとして、実験などから最大軸出力が得られた機関回転速度 N である設定回転速度が設定されている回転速度マップから、検出または算出された前記入口温度および前記質量流量に基づいて前記設定回転速度が検索される。そして、得られた前記設定回転速度に対して、軸出力 L に関与する要因を考慮した補正が行われて、スターリング機関 4 の最大軸出力またはほぼ最大軸出力が得られる前記最適回転速度が求められる。ここで、例えば、冷却器 29₁ , 29₂ に供給される冷却水の温度により前記設定回転

速度が補正される場合は、冷却水の温度をパラメータとして補正係数が設定されたマップから、冷却水の温度に対応した補正係数が検索され、該補正係数で前記設定回転速度が補正される。

そして、ECU40は、機関回転速度Nが前記最適回転速度となるように、発電機3の負荷を制御すべく界磁調整器15を制御する。このとき、界磁調整器15の制御量は、該制御量と前記最適回転速度との対応を規定するマップに基づいて決定されてもよいし、機関回転速度Nを検出して、検出された機関回転速度Nが前記最適回転速度になるようフィードバック制御により決定されてもよい。

このようにして、発電機3は、最大軸出力またはほぼ最大軸出力が得られる前記最適回転速度で回転するクランク軸26により駆動されるので、発電機3からは、スターリング機関4の軸出力特性に対応して、最大またはほぼ最大の発電量が得られる。

次に、図1を参照して、発電量センサ42の検出結果に基づいてなされる、ECU40によるクラッチ10、13の制御につき説明する。

内燃機関1が低負荷運転域にあって、3つのポンプ7～9および補機群Aの全ての補機であるコンプレッサ6および各ポンプ7～9を電動機2で駆動するのに十分な電力が発電機3により得られていないと判断されたときには、ECU40は、クラッチ10、13を接続状態にして、補機群Aを前記第1駆動形態で駆動する。

また、内燃機関1が中負荷運転域にあって、補機群Aの全ての補機であるコンプレッサ6および各ポンプ7～9を電動機2で駆動するには不足するが、3つのポンプ7～9を駆動することが可能な電力が発電機3により得られていると判断されたときには、ECU40は、クラッチ10を非接続状態にし、クラッチ13を接続状態にして、補機群Aを前記第2駆動形態で駆動する。

さらに、内燃機関1が高負荷運転域にあって、補機群Aの全ての補機であるコンプレッサ6および各ポンプ7～9を電動機2で駆動することが可能な電力が発電機3により得られていると判断されたときには、ECU40は、クラッチ10、13を非接続状態にして、補機群Aを前記第3駆動形態で駆動する。さらには、両クラッチ10、13が接続状態にされて、クランク軸1aを電動機2で駆動することによ

り、内燃機関 1 の動力をアシストすることもできる。

そして、発電量が前記第 3 駆動形態で補機群 A を駆動するには不足する場合において、電圧センサ 43 の検出結果に基づいて、バッテリー 5 の充電量が十分であるときは、バッテリー 5 からの給電により、前記第 2 駆動形態または前記第 3 駆動形態で補機群 A が駆動される。さらに、バッテリー 5 の充電量が十分であるときは、バッテリー 5 からの給電により、前記第 1 駆動形態で補機群 A が駆動されることも可能である。

また、電圧センサ 43 により検出されるバッテリー 5 の電圧が、充電を要する最低電圧まで低下したときは、E C U 40 は、発電量に余裕があれば、電動機 2 への給電と並行してバッテリー 5 の充電を行い、発電量に余裕がないときは、バッテリー 5 の充電を優先して、電動機 2 への給電を停止する。この場合には、E C U 40 は、電動機 2 で駆動されていた前記補機が内燃機関 1 により駆動されるように、クラッチ 10、13 の少なくとも一方を接続状態にする。

次に、前述のように構成された実施例の作用および効果について説明する。

前記動力装置において、スターリング機関 4 の高温熱源は内燃機関 1 の排気ガスの熱であり、発電機 3 で発生した電力は、補機群 A を駆動する電動機 2 およびバッテリー 5 に供給されることにより、排気ガスの熱エネルギーが十分に大きくて、スターリング機関 4 により駆動される発電機 3 でコンプレッサ 6 およびポンプ 7 ～ 9 またはそれらの一部を駆動するのに十分な電力が得られるときには、コンプレッサ 6 およびポンプ 7 ～ 9 は、電動機 2 により駆動されて、内燃機関 1 により駆動される必要がない。したがって、その分、前記車両の原動機としての内燃機関 1 の燃料消費量が減少して、走行燃費が改善される。また、排気ガスの熱エネルギーが小さいために、スターリング機関 4 の軸出力 L が小さくて、発電機 3 によりコンプレッサ 6 およびポンプ 7 ～ 9 を駆動するのに十分な電力が得られないときには、発電機 3 の電力により充電されたバッテリー 5 からの電力によりコンプレッサ 6 およびポンプ 7 ～ 9 またはそれらの一部を駆動することができるので、スターリング機関 4 の軸出力 L が小さいときにも、コンプレッサ 6 およびポンプ 7 ～ 9 が十分な機能を発揮できる程度に駆動されることが確保される。

スターリング機関4の機関回転速度Nを、スターリング機関4の最大軸出力またはほぼ最大軸出力が得られる前記最適回転速度に設定する界磁調整器15を備えることにより、排気ガスの熱エネルギー状態に応じて、スターリング機関4の軸出力特性が変化する場合にも、スターリング機関4の機関回転速度Nは、軸出力特性において最大軸出力が得られる前記最適回転速度に設定される。したがって、発電機3は最大軸出力またはほぼ最大軸出力で駆動されて、発電機3から最大またはほぼ最大の電力が得られる。この結果、排気ガスの熱エネルギー回収が最大限行われると共に、十分な発電量によりコンプレッサ6およびポンプ7～9が電動機2で駆動される頻度が高められるので、内燃機関1の燃料消費量を一層減少させて、走行燃費が一層改善される。

補機群Aは、クラッチ10、13を有する伝動機構Tを介して内燃機関1のクランク軸1aに連結され、クラッチ10、13の接続および非接続により、コンプレッサ6およびポンプ7～9が内燃機関1および電動機2により択一的に駆動されると共に、電動機2により駆動される前記補機の数が変更される。このため、補機群Aを構成する4つの補機のうち、発電機3の発電量が全ての補機を電動機2で駆動するには十分でないときにも、発電機3で得られる電力に応じて、電動機2により駆動される前記補機の数を変更される。すなわち、補機群Aのうちの一部の補機である3つのポンプ7～9が電動機2により駆動され、残りの補機であるコンプレッサ6は内燃機関1により駆動される前記第2駆動形態で補機群Aが駆動されることにより、その分、内燃機関1の燃料消費量が減少して、走行燃費が改善される。また、廃熱の熱エネルギーが小さいために、スターリング機関4の軸出力Lが小さくて発電機3から十分な電力が得られず、しかもバッテリー5の電力も補機を駆動するには十分でないときには、補機群Aが前記第1駆動形態で駆動されて、内燃機関1により補機群Aを確実に駆動することができる。

補機群Aのうち、前記車両の走行および内燃機関1の運転に必須の補機である3つのポンプ7～9は、これらポンプ7～9に比べて使用頻度が低い補機であるコンプレッサ6とはクラッチ10により電動機2から分離可能であって、発電機3での発電量が十分でない場合にも、補機群Aの全ての補機のうち、これらポンプ

7～9のみが電動機2により駆動される頻度が高められるように構成されている。これにより、内燃機関1の燃料消費量の増加を極力抑制することができて、走行燃費が改善される。

また、電動機2で駆動される頻度が高いポンプ7～9は、内燃機関1の機関回転速度に依存することなく、各ポンプ7～9の回転速度を内燃機関1の負荷などに対応させて最適に設定できるので、各ポンプ7～9の機能を十分に発揮させることができる。特に、スターリング機関4の冷却器 29_1 、 29_2 に冷却水を供給するウォータポンプ8が、電動機2で駆動される頻度が高いことにより、排気ガスの熱エネルギーが小さい場合にも、ウォータポンプ8が電動機2で駆動されることにより、作動ガスを効果的に冷却することができる流量の冷却水を冷却器 29_1 、 29_2 に供給できるので、スターリング機関4の軸出力 L を増加させることができる。

以下、前述した実施例の一部の構成を変更した実施例について、変更した構成に関して説明する。

スターリング機関4は、単一のスターリング機関から構成されてもよく、3以上のスターリング機関の組み合わせから構成される多段スターリング機関であってもよい。また、発電機3を駆動する出力軸は、前記実施例ではクランク軸26であったが、クランク軸26に駆動連結されて、その動力により回転駆動される回転軸であってもよい。さらに、前記実施例では、発電機3は、そのケーシングを含めて、クランクケース22により形成されるクランク室23内に収容されたが、発電機3のケーシング自体でクランクケースの一部を構成することもできる。その場合、第1機関 20_1 に属する第1クランクケース部分と第2機関 20_2 に属する第2クランクケース部分とが、それら第1、第2クランクケース部分の間に配置される発電機3の前記ケーシングを介して結合されて、前記第1クランクケース部分、前記第2クランクケース部分および前記ケーシングからスターリング機関4のクランクケースが構成されてもよい。

補機群Aを駆動する出力軸は、前記実施例ではクランク軸1aであったが、クランク軸1aに駆動連結されて、その動力により回転駆動される回転軸であってもよい。

い。また、補機の数、1であってもよく、また4以外の複数であってもよい。

前記実施例では、第1機関の加熱器 27_1 から流出した排気ガスが、第2機関の加熱器 27_1 に流入するように構成されたが、両機関の加熱器 27_1 、 27_2 に、供給管32から排気ガスが直接供給されるように構成されてもよい。その場合、前記入口温度および前記質量流量は、排気ガスの、両加熱器 27_1 、 27_2 の入口でのものとなる。

内燃機関1は、前記実施例では車両に使用されるものであったが、鉛直方向を指向するクランク軸を備える船外機等の船舶推進装置に使用されるものであってもよい。また、内燃機関1は、レシプロ式内燃機関以外の内燃機関、たとえばガスタービンであってもよく、さらに燃焼機関として外燃機関であってもよい。

請 求 の 範 囲

1. 駆動対象の原動機としての燃焼機関と、燃焼機関の補機と、電動機と、発電機と、発電機を駆動すべく作動ガスにより作動するスターリング機関とを備える動力装置において、

前記スターリング機関は、前記燃焼機関の廃熱を用いて前記作動ガスを加熱する加熱器を有し、前記電動機に給電可能にバッテリーが接続され、前記発電機は、それにより発生される電力を、前記電動機およびバッテリーに供給するように、該電動機およびバッテリーに接続され、前記補機は前記電動機により駆動されうるように該電動機に連結されていることを特徴とする動力装置。

2. 前記スターリング機関の機関回転速度を、前記スターリング機関の最大軸出力またはほぼ最大軸出力が得られる最適回転速度に設定する回転速度制御手段を備えることを特徴とする請求項1記載の動力装置。

3. 前記補機は、複数の補機からなる補機群であって、前記補機群は、クラッチを有する伝動機構を介して前記燃焼機関に連結され、前記クラッチの接続および非接続によって前記複数の補機を前記燃焼機関および前記電動機により選択的に駆動するとともに、前記電動機により駆動される前記補機の数を変更する制御システムが設けられることを特徴とする請求項1または請求項2記載の動力装置。

4. 前記燃焼機関は第1のクラッチを介して前記補機のうちの1つの補機に駆動連結され、該1つの補機は第2のクラッチを介して前記電動機に駆動連結され、前記電動機は前記補機のうちの他の補機に駆動連結され、また、動力装置の運転状態に応じて前記第1および第2のクラッチの接続および非接続を行う制御システムが設けられることを特徴とする請求項3記載の動力装置。

5. 前記制御システムは、燃焼機関が低負荷運転領域にあつて、前記電動機に十分な電力が供給されていない状態が検出されたときに、前記第1および第2のクラッチを接続してすべての補機を前記燃焼機関に連結するように作動することを特徴とする請求項4記載の動力装置。

6. 前記制御システムは、燃焼機関が中負荷運転領域にあって、前記電動機に前記他の補機のみを駆動できる程度の電力が供給されている状態が検出されたときに、前記第2のクラッチを非接続として前記他の補機を前記電動機に連結するように作動することを特徴とする請求項4記載の動力装置。

7. 前記制御システムは、燃焼機関が高負荷運転領域にあって、前記電動機にすべての補機を駆動できる電力が供給されている状態が検出されたときに、前記第1および第2のクラッチを非接続としてすべての補機を前記電動機のみに連結するように作動することを特徴とする請求項4記載の動力装置。

Fig.1

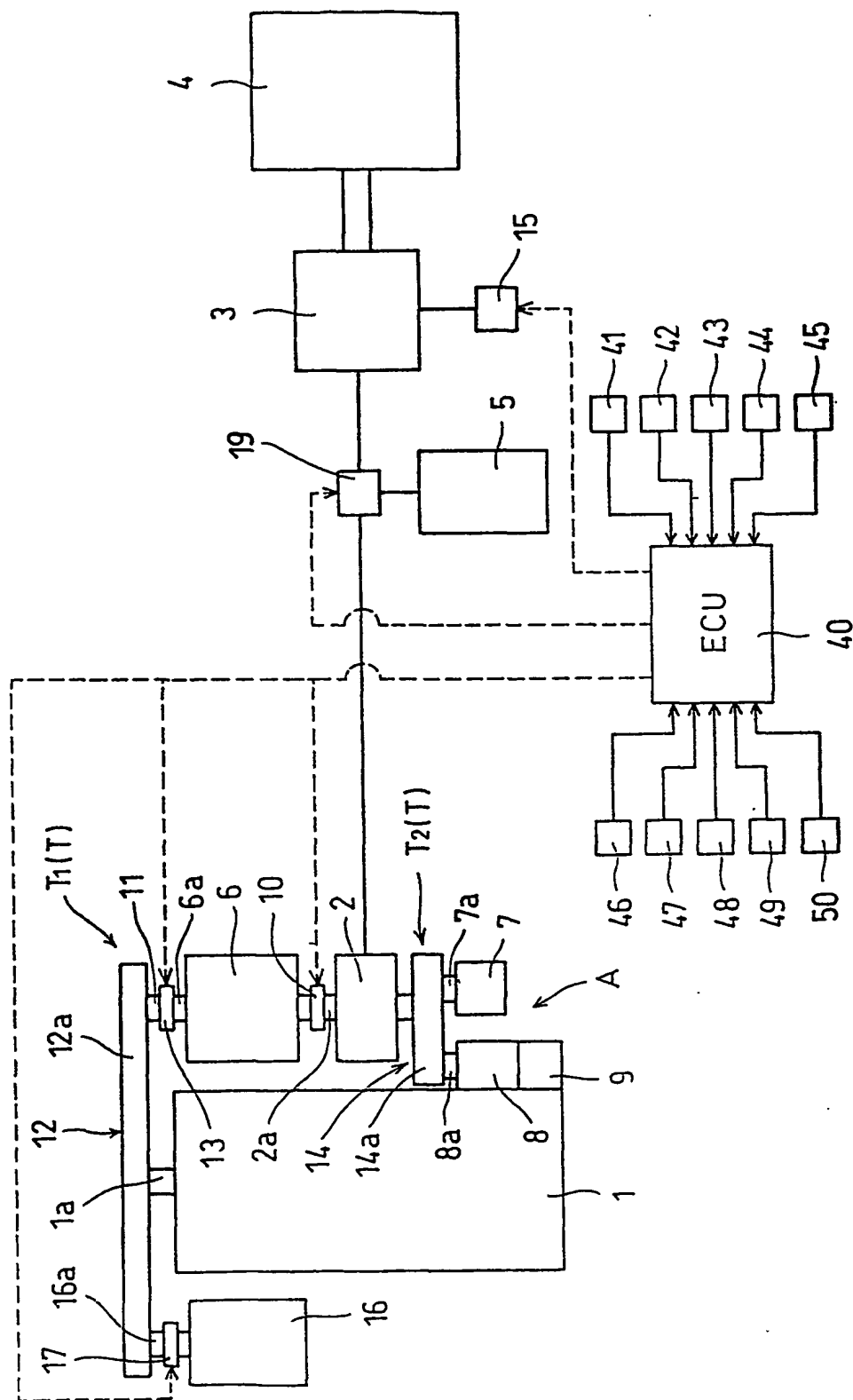
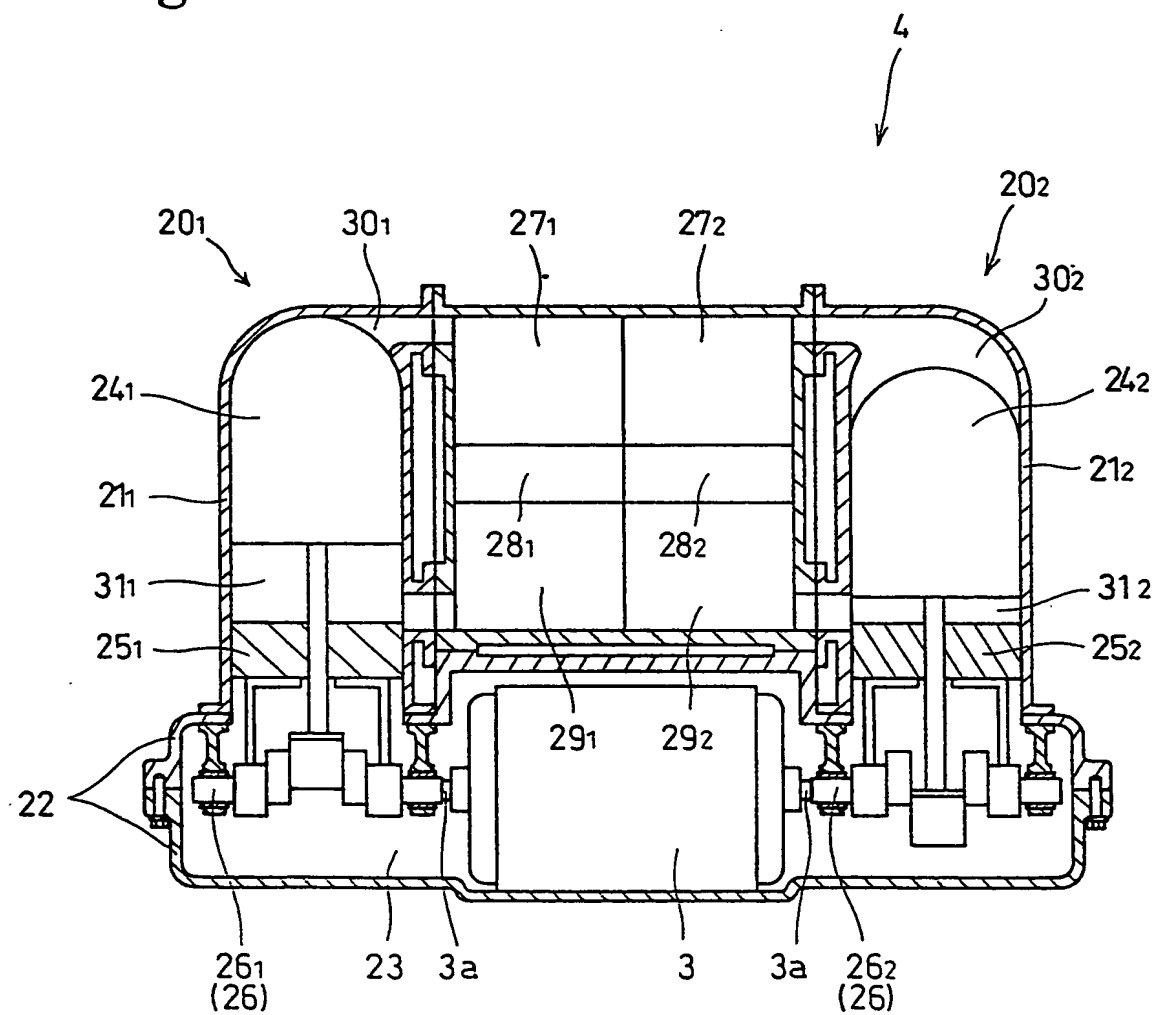


Fig.2



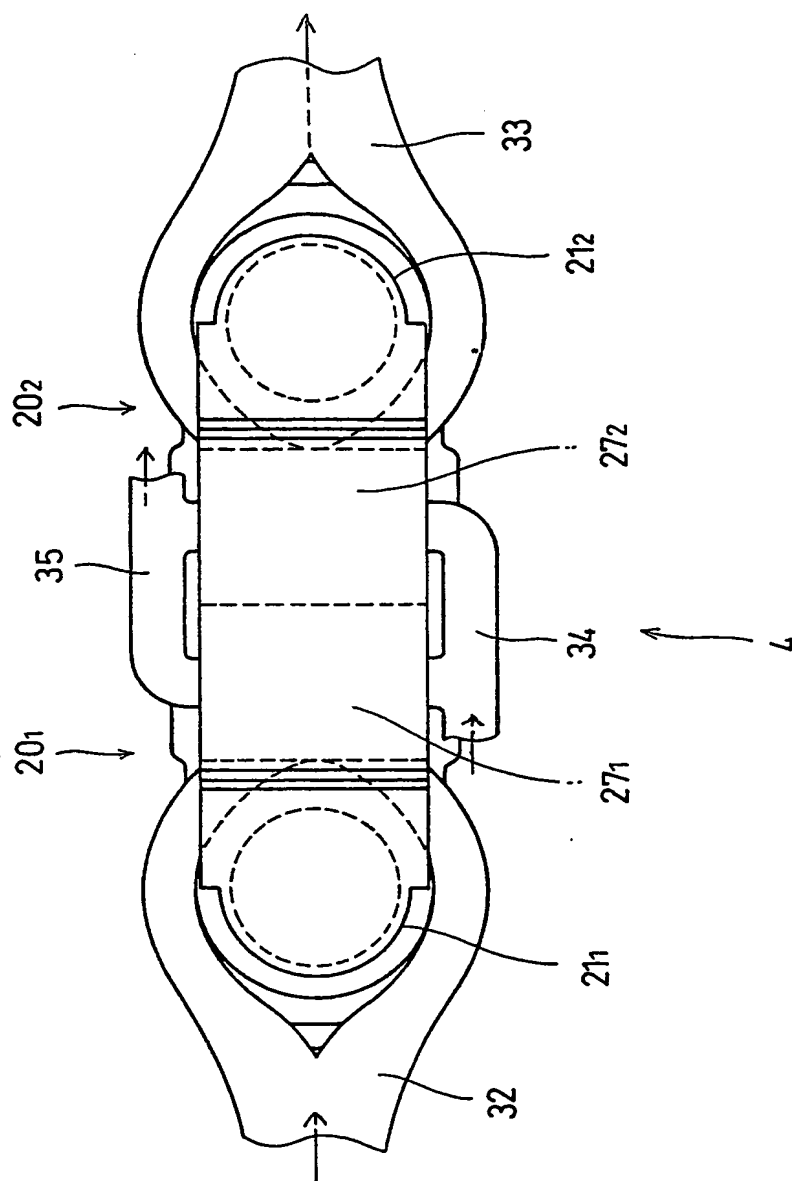
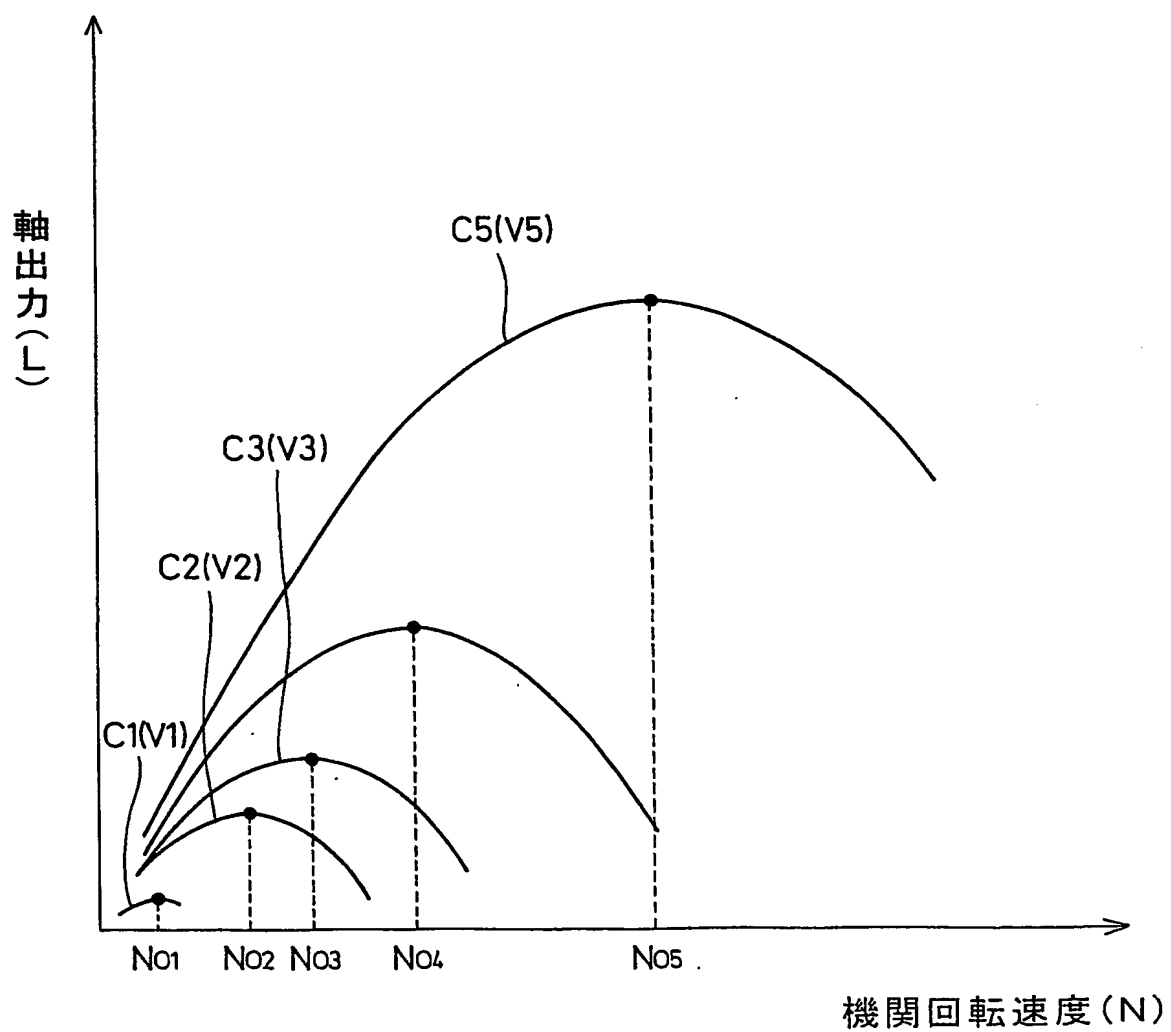


Fig. 3

Fig.4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005861

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F02G5/02, F02G1/06, F01K23/10, F02B67/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F02G5/02, F02G1/06, F01K23/10, F02B67/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 00/029246 A (ROBERT BOSCH GMBH), 25 May, 2000 (25.05.00), Full text & JP 2003-518458 A	1, 3 2, 4-7
Y	JP 2000-310158 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 07 November, 2000 (07.11.00), Par. No. [0033] (Family: none)	2
Y	JP 2001-298803 A (Toyota Motor Corp.), 26 October, 2001 (26.10.01), Fig. 8 (Family: none)	4-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 June, 2003 (01.06.03)

Date of mailing of the international search report
15 June, 2004 (15.06.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ F02G5/02、F02G1/06、F01K23/10、F02B67/08

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ F02G5/02、F02G1/06、F01K23/10、F02B67/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	WO 00/029246 A (ROBERT BOSCH GMBH) 2000.05.25, 全文 & JP 2003-518458 A	1, 3 2, 4-7
Y	JP 2000-310158 A (アイシン精機株式会社) 2000.11.07, 段落【0033】 (ファミリー無し)	2
Y	JP 2001-298803 A (トヨタ自動車株式会社) 2001.10.26, 図8 (ファミリー無し)	4-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01.06.2003

国際調査報告の発送日

15.6.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

植村 貴昭

3T

3019

電話番号 03-3581-1101 内線 3355